

NL 000628

45



**Eur päisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office eur péen  
des brevets**

10879 U.S. PTO  
09/990215  
11/21/01

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°**

00204124.2

Der Präsident des Europäischen Patentamts:  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**I.L.C. HATTEN-HECKMAN**

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE, 01/06/01  
LA HAYE, LE

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der B sch inigung**  
**Sheet 2 of the certificate**  
**Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.:  
Demande n°: 00204124.2

Anmeldetag:  
Date of filing: 22/11/00  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven  
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:  
Messung von Oberflächendefekten

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Messung von Oberflächendefekten

22. 11. 2000

(52)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Untersuchung von Oberflächen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

5 Aus der US-PS 5,923,423 ist bekannt, zur Oberflächenuntersuchung eine Vorrichtung zu verwenden, die eine Laserlichtquelle umfaßt, deren emittierter Strahl zunächst in einem Strahlteiler in zwei Teilstrahlen aufgespalten wird, von denen einer als Referenzstrahl einem Photodetektor zugeleitet und der andere als Meßstrahl auf die zu untersuchende Oberfläche geleitet wird. Der Meßstrahl läuft der Oberflächenbewegung im  
10 wesentlichen entgegen. Das von der Oberfläche zurückgeworfene Licht wird im weiteren Verlauf des optischen Strahlengangs mit dem Referenzstrahl überlagert (heterodyne Detektion). Durch einen ortsauflösenden Detektor (array von z. B. Photodioden) wird bei Auftreten von Oberflächendefekten deren Lokalisierung auf der Oberfläche vorgenommen. Dies erfordert eine sehr genaue Ausrichtung des Detektors zur Oberfläche. Die Auflösung  
15 wird durch den Detektor, etwa eine CCD-Kamera, begrenzt.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Messung von Verschmutzungen oder Beschädigungen auf Oberflächen zu verbessern.

20 Die Erfindung löst das Problem durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 und eine Auswerteeinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Hinsichtlich vorteilhafter Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 2 bis 12 verwiesen.

25 Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung der Vorrichtung, bei der die Lokalisierung eines aufgefundenen Defekts über eine Dopplerfrequenzverschiebung, eine daraus ermittelte Geschwindigkeit und eine daraus ermöglichte rechnerische Bestimmung der Lage durchgeführt wird, ist eine sehr genaue Lagebestimmung möglich. Es ergibt sich somit

eine sehr gute Auflösung der Vorrichtung, mit der auch kleine Defekte erfaßt werden können. Zudem ist die Geschwindigkeit der Messung sehr hoch.

Auf der Oberfläche befindliche Defekte, etwa ein außen aufliegender Partikel oder eine nach innen weisende Beschädigung (pinhole), werden in ihrer Bewegung von der Komponente des Lichtstrahls, die in dessen Richtung oder entgegengesetzt hierzu verläuft, bestrahlt, wodurch das vom Defekt zurückgeworfene Licht in seiner Frequenz gegenüber dem eingestrahlten Licht verändert wird. Durch die Ausnutzung des Dopplereffekts ist die Lagemessung erheblich vereinfacht. An den Detektor müssen keine großen Ansprüche gestellt werden. Auch muß der Laser nicht in einem definierten Modus schwingen. Die durch die Geschwindigkeit des Defekts hervorgerufene Frequenzverschiebung zwischen dem eingestrahlten und dem zurückgeworfenen Licht liegt im einfach meßbaren Bereich, typisch in der Größenordnung einiger 10 kHz, was die Auswertung erleichtert.

Die Auflösung ist erheblich feiner als die Größe des Lichtfleckes. Es kann daher trotz der gewünschten guten Auflösung ein relativ großer Lichtfleck verwendet werden, was die erforderliche Zeit zum Scannen der Oberfläche verringert.

Bei Ausbildung eines elliptischen Lichtfleckes mit einer etwa bei einem zu untersuchenden runden oder nahezu runden Wafer radial erstreckten Ausdehnung durchlaufen Defekte in unterschiedlichen radialen Positionen auf der zu untersuchenden Oberfläche unterschiedliche Bereiche des Lichtfleckes. Da die radial weiter außen liegenden Defekte pro Zeiteinheit eine gegenüber weiter innen liegenden Defekten vergrößerte Strecke zurücklegen müssen, ist ihre Geschwindigkeit erhöht, was über die Dopplerverschiebung der Frequenz meßbar ist. Hierüber ist die radiale Lage des Defekts lokalisierbar. Mit der Erfindung ist daher über eine anhand der Dopplerfrequenzverschiebung durchgeführte Geschwindigkeitsmessung des aufgefundenen Defekts dessen genaue Lagebestimmung möglich.

Bei weiterhin vorgesehener Erfassung für die Momentanausrichtung der Oberfläche, etwa in einem dem Rotationsantrieb des Wafers zugeordneten Dekoder, kann zusätzlich etwa die Winkelstellung eines Wafers bei Detektion eines Defekts bestimmt werden. Damit sind dann die Polarkoordinaten des Defekts vollständig bekannt. Seine genaue Lokalisierung ist möglich.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus nachfolgend beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen des Gegenstandes der Erfindung. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Gesamtansicht eines ersten Ausführungsbeispiels  
5 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 einen Probenhalter in Seitenansicht,

Fig. 3 eine Draufsicht auf die zu untersuchende Oberfläche mit einer  
angedeuteten Bewegungsbahn der Probe,

Fig. 4 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 3 mit eingezeichneten kartesischen und  
10 Polarkoordinaten eines Oberflächendefekts,

Fig. 5 eine schematische Gesamtansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels  
einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 6 das in der Vorrichtung nach Fig. 5 erhaltene Meßsignal, aufgetragen  
15 über die Zeit.

Die in Fig. 1 gezeigte Ausführung der Vorrichtung umfaßt eine Lichtquelle 1, die aufgrund der gewünschten Monochromatizität und hohen Intensität vorzugsweise als Laserlichtquelle ausgebildet ist. Dies ist allerdings nicht zwingend, da ein in den emittierten  
20 Strahl 2 eingesetzter Strahlteiler 4 auch bei Lichtstrahlen von nur geringer Kohärenzlänge bei gleichem Laufweg zu einer Interferenz von aus dem ursprünglichen Strahl 2 abgeteilten Strahlen 5 und 6 führen könnte. In Fig. 1 sind unterschiedliche Laufweglängen des Referenzstrahls 6 einerseits und der Weglänge des auf die Oberfläche 8 einwirkenden Strahls 5 und des von dieser oder einem Defekt 14 zurückgeworfenen Lichts 15 andererseits  
25 dargestellt. Um auch in einem solchen Fall eine Interferenz des zurückgeworfenen Lichts 15 mit dem Referenzstrahl 6 zu ermöglichen, sind große Kohärenzlängen erforderlich, wie sie von einem Laser zur Verfügung gestellt werden.

Der Laser 1 liefert kontinuierlich monochromatisches Licht, etwa im sichtbaren Bereich, typisch beispielsweise mit einer Wellenlänge von 488 nm. Zwar kann  
30 eine Lichtquelle mit verringerter Wellenlänge verwendet werden, um die Empfindlichkeit zu verbessern, allerdings steigt dann auch der Streuquerschnitt des Lichts mit der die Oberfläche umgebenden Luft. Eine Messung in einer Heliumatmosphäre oder unter Vakuumbedingungen ist zwar theoretisch möglich, jedoch mit großem Kostenaufwand verbunden.

Im Strahlengang des von dem Laser 1 emittierten Strahls 2 ist ein Strahlteiler 4 angeordnet. Dieser kann in verschiedener Weise ausgebildet sein, etwa über einen Fresnelschen Doppelspiegel, einen Doppelspalt, eine Kombination eines polarisierenden optischen Würfels mit einer  $\lambda/2$ -Platte oder andere bekannte Mechanismen. Im Ausführungsbeispiel findet die Aufspaltung des Lichtstrahls 2 in nur zwei Strahlen 5, 6 statt. Es ist auch möglich, weitere Meßstrahlen 5 abzuspalten und etwa mehrere Oberflächen 8 gleichzeitig zu untersuchen.

Im Ausführungsbeispiel ist als Strahlteiler 4 ein halbdurchlässiger Spiegel verwendet, der ein sehr einfaches und kostengünstiges Bauteil bildet.

Vor dem Strahlteiler 4 kann eine Optik 3, zum Beispiel ein Teleskop mit zwei zylindrischen Linsen, angeordnet sein. Die Vergrößerung der Optik 3 ist nur in einer Ebene bewirkt. Das Teleskop 3 bewirkt, daß der Strahlteiler innerhalb eines im wesentlichen elliptischen Bereichs gleichmäßig ausgeleuchtet wird, so daß auch der hinter diesem entstehende Lichtfleck 9 eine elliptische Umrißgestalt hat, wobei bei Untersuchung eines runden - eventuell mit einer Ausnehmung zur besseren Handhabung versehenen - Wafers 13 der elliptische Lichtfleck sich in dessen radialer Richtung erstreckt.

Der durch den Strahlteiler 4 aus dem Lichtstrahl 2 abgeteilte Meßstrahl 5 wird einer weiteren Optik 7 zugeführt, die einen Umlenkspiegel 7a und eine fokussierende Optik 7b, etwa eine Sammellinse, umfaßt. Alternativ oder zusätzlich zur Linse 3 kann auch die Sammellinse 7 zylindrisch ausgebildet sein, um dadurch einen elliptischen Lichtfleck 9 auf der Oberfläche 8 zu erhalten. Durch die Optik 7 wird der Meßstrahl 5 in einem flachen Einfallswinkel  $\alpha$  auf die rotierende Oberfläche 8 des zu untersuchenden Wafers 13, insbesondere eines beschichteten oder unbeschichteten Siliziumwafers, etwa für einen optisch und/oder magnetisch auslesbaren Datenträger, in tangentialer Richtung eingestrahlt und bildet dort einen Lichtfleck 9 aus. Im Ausführungsbeispiel erfolgt die Einstrahlung mit einer Komponente S entgegen der Umlaufrichtung U des Wafers 13. Auch eine Einstrahlung mit einer Komponente in Umlaufrichtung U ist möglich.

Der Lichtfleck 9 kann durch eine bewegliche Optik bewegt werden, hier in radialer Richtung des zu untersuchenden Wafers 13, um damit eine vollständiges Abrastern von dessen Oberfläche 8 zu ermöglichen. Statt dessen kann besonders vorteilhaft die gesamte den einfallenden Strahl 2 beeinflussende Optik auch stationär gehalten werden und der Wafer 13 neben der Rotationsbewegung auch eine überlagerte Translationsbewegung ausführen, wodurch sich die in Fig. 3 gezeigte spiralförmige Bahnkurve B des Körpers 13 ergibt. Der



Lichtfleck 9 behält seine Lage bei, unter ihm wird der Wafer 13 derart bewegt, daß ein vollständiges Scannen seiner Oberfläche 8 möglich ist.

In einem ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 1) wird der Referenzstrahl 6, der ebenfalls im Strahlteiler 4 aus dem von der Lichtquelle 1 emittierten Strahl 2 gebildet ist, wird ohne Umlenkung, was allerdings nicht zwingend ist, einem halbdurchlässigen Spiegel 30 zugeführt, in dem ein Teil 6a des Referenzstrahls 6 abgelenkt und ein weiterer Teil 6b geradlinig in ein Eintrittsfenster eines Detektors 16 eingeleitet wird.

Der in dem Spiegel 30 durch Reflektion umgelenkte Anteil 6a des Referenzstrahls wird über einen weiteren Spiegel 31 einem Eintrittsfenster eines zweiten Detektors 17 zugeleitet, der auch mit dem ersten Detektor 16 in einer Baueinheit vereinigt sein kann. Den Eintrittsfenstern sind jeweils kollimierende Optiken 16a, 17a vorgeordnet, in der Zeichnung als Sammellinsen dargestellt.

Die Kreisfrequenz  $\omega$  der untersuchten Oberfläche 8 ist konstant, eventuell vorhandene Defekte 14 werden daher mit konstanter Kreisfrequenz  $\omega$  quer zur Erstreckung unter dem Lichtfleck 9 hindurchgeführt. Je nach radialer Lage eines Defekts 14 hat dieser eine unterschiedliche Umlaufgeschwindigkeit, da für ein weiter außen liegendes Teilchen die Umlaufgeschwindigkeit

$$v = \omega r$$

(mit  $r$  = radialer Abstand des Defekts 14 zum Zentrum)

größer ist als für einen weiter innen liegenden Defekt.

Die Probe 13 ist auf einem Probenhalter 20 angeordnet. Diesem ist ein Dekoder zur Erfassung seiner momentanen Bewegungsstellung, hier einer Winkelstellung, zugeordnet. Damit läßt sich bei Auftreten eines Defekts 14 der jeweilige Drehwinkel des Probenhalters 20 bei Durchgang des Defekts 14 durch den Lichtfleck 9 ermitteln.

Bei Auftreten eines Defekts 14 auf der Oberfläche 8 wird der Meßstrahl 5 daran gestreut. Das gestreute Licht 15 wird über eine Optik 32 in den Spiegel 33 zur Überlagerung mit dem Referenzstrahl 6 abgebildet, wodurch sich ein über die Zeit moduliertes Signal (Fig. 6) mit einem konstanten Anteil aus dem Referenzstrahl 6 und mit einem zeitlich periodischen Anteil aus dem reflektierten Licht 15 ergibt. Die Optik 32 darf keine zu große numerische Apertur haben, da die Doppler-Frequenzverschiebung abhängig ist vom Streuwinkel. Bei einem zu großen erfaßten Streukegel ergibt sich somit eine erhebliche Verbreiterung der gemessenen Frequenz. Das zurückgeworfene Licht 15 in Überlagerung mit dem Referenzstrahl 6b wird mittels der Optik 16a dem Eintrittsspalt des ersten lichtempfindlichen Detektors 16 zugeführt. Der Referenzstrahl 6a wird dem zweiten

Detektor 17 zugeleitet. Der Detektor 16 oder die Detektoren 16, 17 brauchen nicht orts aufgelöst zu detektieren. Über einen Vergleich der Eingangssignale am Detektor 16 und am Detektor 17 kann ein Abziehen des Geräusches des Lasers, der aus dem Referenzstrahl 6 gebildet ist und am Detektor 17 erfaßt wird, vorgenommen werden. Damit verbleibt zur

5 Auswertung nur der zeitlich modulierte Anteil, was eine deutlich ausgeprägte Signalform liefert. Eine derartige Baueinheit mit den Detektoren 16, 17 wird auch als noise cancellation detector bezeichnet.

Dadurch, daß das überlagerte Signal des reflektierten Lichts 15 und des Referenzstrahls 6b bei Auftreten eines Defekts 14 mit der aus der Dopplerverschiebung resultierenden Differenzfrequenz moduliert ist, kann auch die Meßsignalerfassung derart

10 vorgesehen sein, daß nur solche Signale, die die passende Frequenz haben, ausgewertet werden. Dadurch werden etwa solche Signale von Streuungen an Luft, die nicht diese Frequenz aufweisen, ausgefiltert. Das Meßfenster kann derart voreingestellt werden, daß es Differenzfrequenzen, wie sie der maximal äußeren Lage eines Defekts 14 auf dem Wafer 13,

15 und solche, wie sie der maximal inneren Lage des Defekts 14 auf dem Wafer 13 entsprechen, als Grenzfrequenzen aufweist.

Es versteht sich, daß die Anordnung der Lichtquelle 1, der Oberfläche 8 und der Detektoren 16, 17 in verschiedensten Arten möglich ist und je nach Wahl geeigneter Unlenk- und Sammeloptiken realisiert werden kann. Selbstverständlich muß auch nicht das

20 Licht 2 von oben auf die Oberfläche 8 einfallen, sondern diese kann auch nach unten weisen oder in anderer Weise orientiert sein. Der Detektor 16 oder die Detektoren 16, 17 sind in jeder bekannten Weise als photoelektrische Detektoren ausgebildet, wandeln also ein Lichtsignal in ein elektrisches Signal um. Typisch können Photodioden in den Detektoren 16, 17 verwendet werden.

25 In einem zweiten Ausführungsbeispiel (Fig. 5) ist nur ein Detektor 16 vorgesehen, in dem ein überlagertes Signal aus dem Referenzstrahl 6 und dem zurückgeworfenen Licht 15 detektiert wird, was zu dem in Fig. 6 dargestellten Signal führt, das auch das Eingangssignal am Detektor 16 der o.g. Version bildete. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist jedoch hier kein zweiter Detektor 17 für einen Referenzstrahl

30 6a vorgesehen, so daß eine Untergrundunterdrückung im Detektor 16 nicht stattfindet. Die zeitliche Modulation des Signals ist jedoch erkennbar, so daß hieraus die Frequenzverschiebung ermittelbar ist.

Die Funktion der Vorrichtung 1 und das erfindungsgemäße Verfahren werde anhand Fig. 1 erläutert:

Der in dem Strahlteiler 4 gebildete Meßstrahl 5 trifft innerhalb des während der ganzen Messung konstant verbleibenden Lichtspots 9 auf die Oberfläche 8.

5 Bei ideal glatter Oberfläche 8 wird das Licht - außerhalb der Streuung an Luftmolekülen - unter der Reflektionsbedingung Einfallswinkel = Ausfallwinkel zurückgeworfen. Das derart reflektierte Licht trifft auf keines der Eintrittsfenster des Detektors 16 oder der Detektoren 16, 17. Am Detektor 16 oder 17 wird aber immer ein Signal vom Referenzstrahl 6 bzw. 6a bzw. 6b empfangen.

10 Bei Auftreten eines Defekts 14 wird das einfallende Licht 2 an diesem gestreut. Das Streulicht 15 ist über den Detektor 16 nachweisbar.

Die Lage des Defekts 14 auf der Oberfläche kann auch bei einem ausgedehnten Lichtspot 9, etwa bei einem elliptisch derart erstreckten Lichtspot 9, daß seine Erstreckung radial zum Wafer verläuft, sehr genau bestimmt werden, was ein zentrales  
15 Anliegen der Erfindung ist: Aus der Einstellung der den Lichtstrahl 2 leitenden Optik ist bekannt, wo dieser auf den rotierenden Wafer 13 auftrifft, wo also radial der von dem Lichtspot 9 überstrichene Streifen liegt. Bei Auftreten eines Signals in einem Detektor 16 wird die momentane Winkelstellung des Probenhalters 20 über den Dekoder erfaßt.

Hierzu kann beispielsweise auf dem Probenhalter eine Winkelskala  
20 angeordnet sein, die mittels des Dekoders im Moment des Signalempfangs an zumindest einem der Detektoren 16, 17 automatisiert abgelesen wird. Damit ist der Drehwinkel  $\varphi$  des Probenhalters 20 mit dem darauf ortsfest angeordneten Wafer 13 bestimmt. Um als zweite Polarkoordinate auch den radialen Abstand  $r$  ermitteln zu können, wird die Doppler-Frequenzverschiebung des zurückgeworfenen Streulichts 15 gegenüber dem eingeleiteten  
25 Meßstrahl 5 bestimmt. Dieser hat bei eingestrahlttem Licht im sichtbaren Bereich (Wellenlänge  $\lambda$  in der Größenordnung  $10^{-7}\text{m}$ ) entsprechend der Formel

$$\nu = c/\lambda$$

(mit  $c$  = Lichtgeschwindigkeit ( $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ))

eine Frequenz  $\nu$  in der Größenordnung von  $10^{15}$  Hz. Diese kann als absoluter Wert nicht in  
30 einem Detektor erfaßt werden. Entsprechend kann auch die Frequenz  $\nu'$  des Streulichts 15, die gegenüber dem einfallenden Meßstrahl 5 nur geringfügig verschoben ist, nicht als absoluter Wert bestimmt werden. Die verschobene Frequenz  $\nu'$  berechnet sich so, daß statt der Wellenlänge  $\lambda = c/\nu$  eine verschobene Wellenlänge

$$\lambda' = (c-v)/v$$

(mit  $v$  = Geschwindigkeit des dem Meßstrahl 5 ausgesetzten Defekts 14 mal  $\sin \alpha$ , fig. 1, fig. 5)

angesetzt werden muß, woraus sich für die verschobene Frequenz  $v'$  ergibt:

5 
$$v' = c/((c-v)/v) = v/(1-v/c).$$

Da aber  $v \ll c$  ist, ist die Frequenzänderung sehr gering, typisch im Bereich von kHz oder 10kHz. Damit ist die Frequenzänderung leicht meßbar.

Durch die Überlagerung des mit der ursprünglichen Frequenz  $v$  schwingenden Referenzstrahls 6 und des mit der verschobenen Frequenz  $v'$  schwingenden reflektierten Lichts 15 ist die Differenz zwischen den beiden Frequenzen, die sog. Doppler-shift, als Modulation dem gemessenen Signal aufgeprägt. Daraus läßt sich die Teilchengeschwindigkeit  $v$  mit der oben genannten Formel berechnen. Da die Kreisfrequenz  $\omega$  der rotierenden Oberfläche 8 bekannt ist, kann aus

15 
$$v = \omega r$$

der radiale Abstand  $r$  des Defekts 14 zum Zentrum berechnet werden. Dadurch, daß die Winkelfrequenz  $\omega$  konstant ist, lassen sich als Kontrolle auch mehrere Umläufe des Körpers 13 durchführen und vermessen und hieraus ein Mittelwert mit einer Standardabweichung ermitteln. Eine Fehlerrechnung kann durchgeführt werden. Damit wird eine sehr große Genauigkeit der Lagebestimmung des Defekts 14 erreicht.

Es versteht sich, daß mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht nur Wafer 13, sondern auch beliebige andere Halbleiter - oder andere Oberflächen - untersucht werden können, etwa Substrate mit dünnen Schichten, Oberflächen von optischen oder magnetischen Speichermedien, CDs, DVDs, Masken für das Aufbringen von Halbleiterstrukturen.

Ansprüche:

22. 11. 2000

(52)

1. Vorrichtung zur Untersuchung einer oder mehrerer bewegter Oberfläche(n) (8), insbesondere zur Untersuchung einer rotierenden Oberfläche (8) eines Wafers (13), mit zumindest einer Lichtquelle (1), insbesondere einer Laserlichtquelle, und einem Strahlteiler (4) zur Aufspaltung eines von dieser emittierten Lichtstrahls (2) in zumindest einen einem
- 5 Detektor (16) zugeleiteten Referenzstrahl (6) und zumindest einen auf die Oberfläche(n) geleiteten Meßstrahl (5), wobei der Meßstrahl (5) zumindest eine Komponente in oder entgegen der Bewegungsrichtung (U) der jeweiligen Oberfläche (8) enthält und das von der Oberfläche (8) zurückgeworfene Licht (15) zumindest bei Detektion eines Defekts (14) der
- 10 Oberfläche (8) eine gegenüber dem Meßstrahl (5) verschobene Frequenz ( $\nu'$ ) aufweist und mit dem Referenzstrahl (6) überlagerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Auswerteeinheit (29) zur Ermittlung der Geschwindigkeit ( $\nu$ ) eines Defekts (14) der Oberfläche (8) aus der verschobenen Frequenz ( $\nu'$ ) und daraus seiner Lage auf der Oberfläche (8) umfaßt.
- 15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (16) genau ein Eintrittsfenster hat, von dem die Überlagerung aus dem Referenzstrahl (6) und dem zurückgeworfenen Licht (15) erfaßbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Detektoren
- 20 (16;17) vorgesehen sind, wobei der Referenzstrahl (6) von einem ersten und die Überlagerung aus dem Referenzstrahl (6) und dem zurückgeworfenen Licht (15) von einem zweiten Detektor erfaßbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß
- 25 die Überlagerung des Referenzstrahls (6) und des zurückgeworfenen Lichts (15) im optischen Strahlengang gebildet und das dort entstehende Überlagerungsbild in ein Eintrittsfenster eines Detektors (16) projizierbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangssignal der Überlagerung zwischen dem Referenzstrahl (6) und dem zurückgeworfenen Licht (15) elektronisch auswertbar ist und daraus die Frequenzverschiebung ( $v-v'$ ) des zurückgeworfenen Lichts (15) ermittelbar ist.

5

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Frequenzverschiebung ( $v-v'$ ) über die Doppler-Formel die Umlaufgeschwindigkeit ( $v$ ) eines rotierenden Defekts (14) berechenbar ist.

10 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Geschwindigkeit ( $v$ ) des Defekts (14) bei bekannter Kreisfrequenz ( $\omega$ ) der Rotation der Oberfläche (8) die radiale Lage ( $r$ ) des Defekts (14) berechenbar ist.

15 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der bewegten Oberfläche (8) eine Einrichtung zum Erfassen ihrer Momentanausrichtung zugeordnet ist.

20 9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (8) in ihrer Erstreckungsebene rotationsbeweglich ist und die Einrichtung eine Erfassung des Rotationswinkels ermöglicht.

25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem vom Detektor (16;17) erfaßten Signal die Lage eines Defekts (14) der untersuchten Oberfläche bezüglich der genannten Skala ermittelbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zu untersuchende Oberfläche (8) rotatorisch und translatorisch bewegbar ist.

30 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Lichtquelle (1) emittierte Lichtstrahl (2) in mehrere Meßstrahlen (5) und einen oder mehrere Referenzstrahlen (6) aufgespalten wird und gleichzeitig mehrere Oberflächen (8) untersuchbar sind.

13. Verfahren zur Untersuchung einer oder mehrerer bewegter Oberfläche(n), insbesondere zur Untersuchung einer rotierenden Oberfläche eines Wafers, wobei ein von einer Lichtquelle, insbesondere einer Laserlichtquelle, emittierter Lichtstrahl mittels eines Strahlteilers in zumindest einen einem Detektor zugeleiteten Referenzstrahl und einen auf die  
5 Oberfläche geleiteten Meßstrahl aufgespalten wird, wobei der Meßstrahl zumindest eine Komponente in oder entgegen der Bewegungsrichtung der jeweiligen Oberfläche enthält, das von der Oberfläche zurückgeworfene Licht zumindest bei Detektion eines Defekts der Oberfläche eine gegenüber dem Meßstrahl verschobene Frequenz aufweist und mit dem Referenzstrahl überlagert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus dem überlagerten Signal  
10 aus Referenzstrahl und zurückgeworfenem Licht die Geschwindigkeit eines Defekts der Oberfläche und daraus seine Lage auf der Oberfläche ermittelt wird.

14. Auswerteeinheit (29) zum Auswerten zumindest eines elektrischen Eingangssignals, das einen Wechselspannungsanteil enthält, wobei die Auswerteeinheit ein  
15 Computerprogramm enthält, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Computerprogramm aus dem Wechselspannungsanteil des Eingangssignals dessen Frequenz ermittelt, diese mit einer Referenz vergleicht und daraus über die Dopplerformel die der Frequenzdifferenz zwischen den genannten Signalen entsprechende Geschwindigkeit berechnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



12

EPO - DG 1

08.11.2000

ABSTRACT:

22. 11. 2000

(52)

A device for examining one or more movable surface(s) (8), particularly for examining a rotary surface (8) of a wafer (13), with at least one light source (1), particularly a laser light source, and a beam splitter (4) for splitting a light beam (2) emitted by this light source into at least a reference beam (6) applied to a detector (16) and at least a measuring beam (5) led to the surface(s), the measuring beam (5) containing at least a component in or opposite to the direction of movement (U) of the respective surface and the light (15) reflected by the surface (8) having, on detection of a defect (14), a frequency ( $\nu'$ ) which is shifted relative to the measuring beam (5) and which can be superimposed by the reference beam (6), is arranged so that the device has an evaluation unit (29) for determining the velocity ( $\nu$ ) of a defect (14) of the surface (8) from the shifted frequency ( $\nu'$ ) and from this its position on the surface.

(Fig. 1)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

22. 11. 2000

1/3

(52)

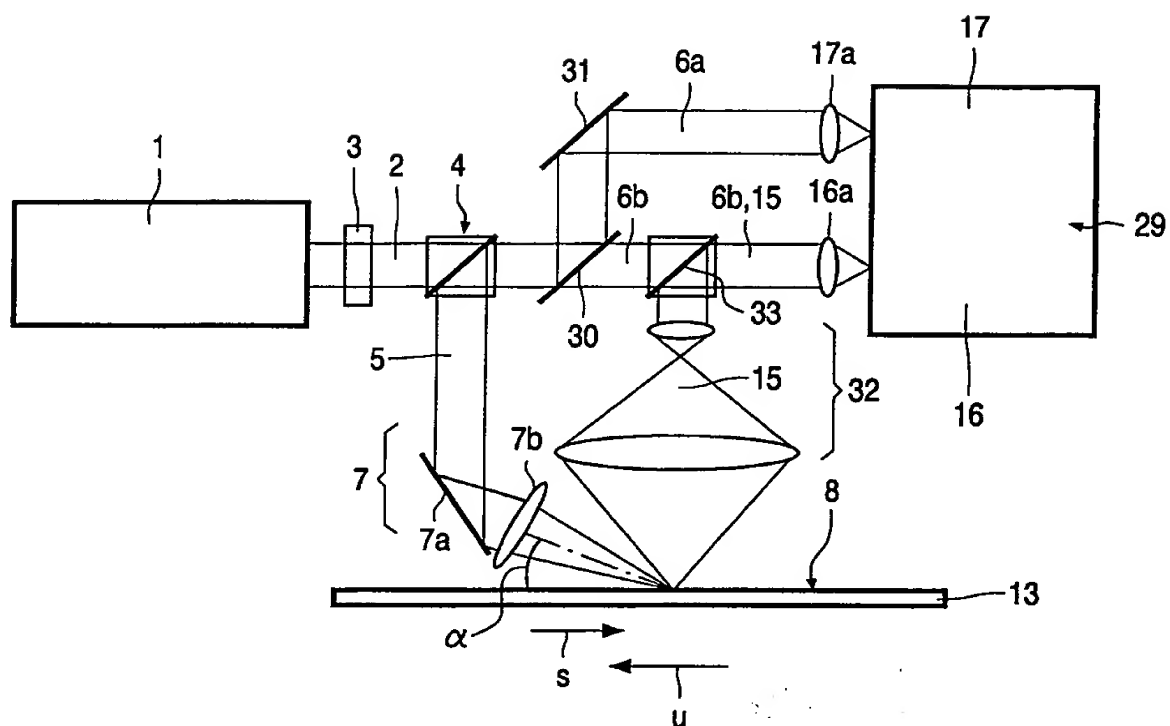


FIG. 1

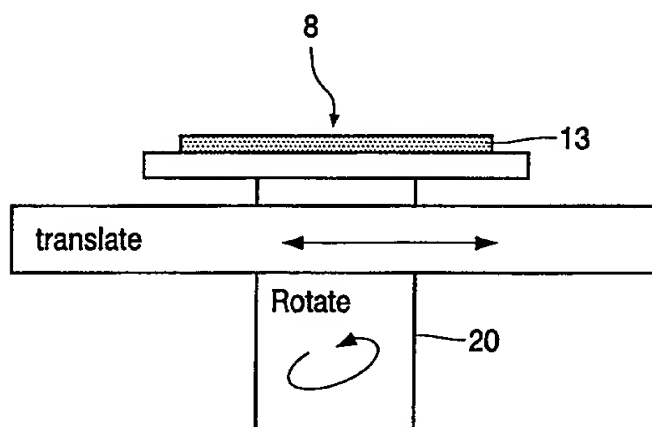


FIG. 2

2/3

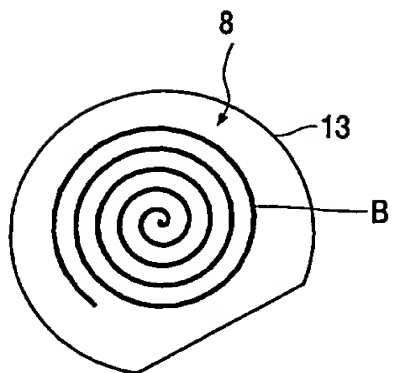


FIG. 3

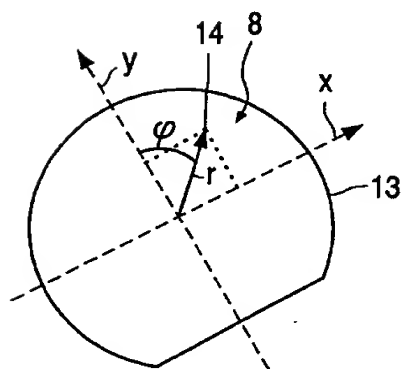


FIG. 4

3/3

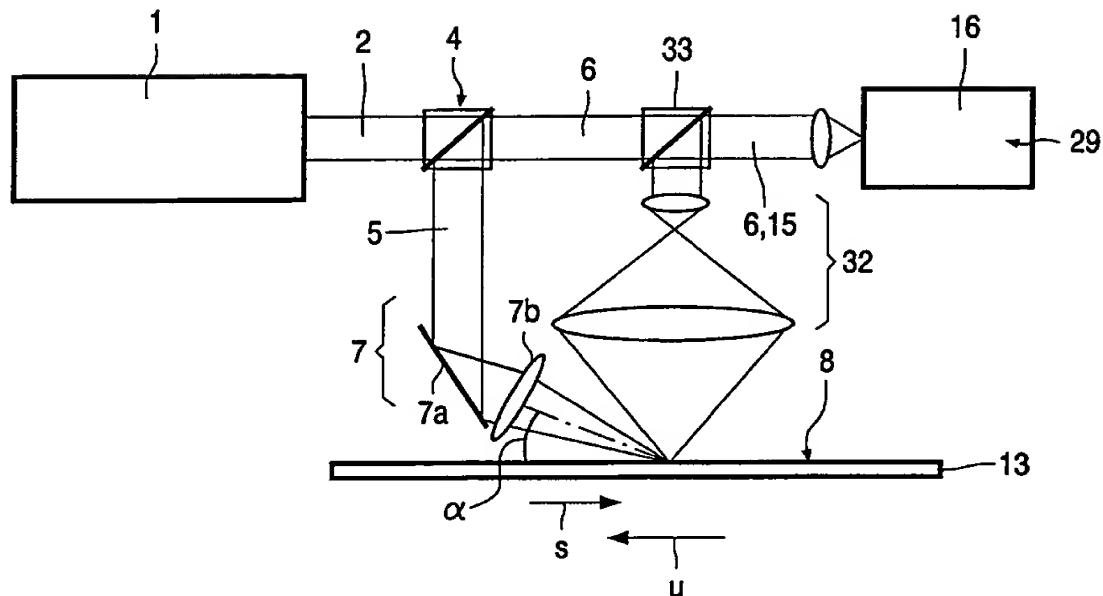


FIG. 5

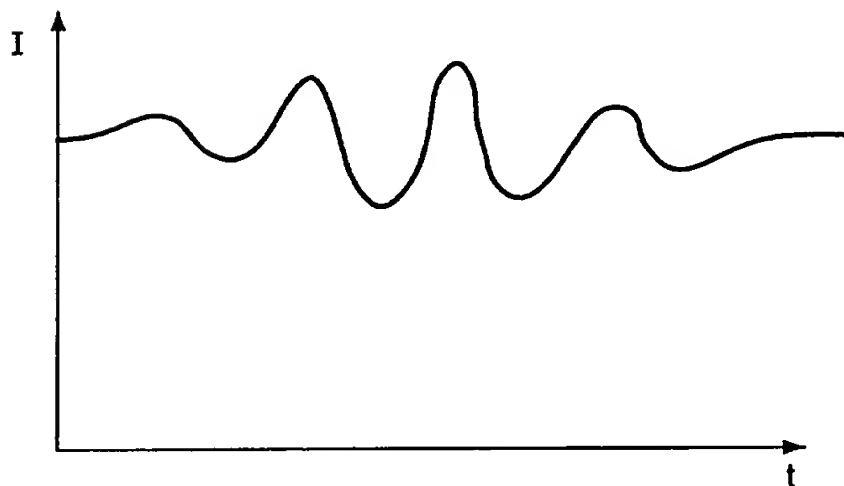


FIG. 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**